**Атмосферный воздух: его загрязнение и охрана**

**Загрязнение атмосферного воздуха выбросами автомобильного транспорта**

Автомобиль - этот «символ» XX в. в индустриальных странах Запада, где слабо развит общественный транспорт, все чаще становится настоящим бедствием. Десятки миллионов личных автомашин заполнили ули-цы городов и автострады, то и дело возникают многокилометровые «пробки», без толку сжигается дорогостоящее горючее, воздух отравляется ядовитыми выхлопными газами. Во многих городах они превышают суммарные выбросы в атмосферу промышленных предприятий. Суммарная мощность автомобильных двигателей в СССР значительно превышает установленную мощ-ность всех тепловых электростанций страны. Соответственно и горючего автомобили «съедают» гораздо больше, чем тепловые электростанции и если удастся повысить экономичность автомобильных двигателей хо-тя бы немного, это обернется миллионной экономией.

Автомобильные выхлопные газы — смесь примерно 200 веществ. В них содержатся углеводороды—не сгоревшие или не полностью сгоревшие компоненты топлива, доля которых резко возрастает, если двигатель работает на малых оборотах или в момент увеличения скорости на старте, т. е. во время заторов и у красного сигнала светофора. Именно в этот момент, когда нажимают на акселератор, выделяется больше всего несгоревших частиц: примерно в 10 раз больше, чем при работе двигателя в нормальном режиме. К несгоревшим газам относят и обычную окись углерода, образующуюся в том или ином количестве по-всюду, где что-то сжигают. В выхлопных газах двигателя, работающего на нормальном бензине и при нор-мальном режиме, содержится в среднем 2,7% оксида углерода. При снижении скорости эта доля увеличивается до 3,9%, а на малом ходу—до 6,9%.

Монооксид углерода, углекислый газ и большинство других газовых выделений двигателей тяжелее воздуха, поэтому все они скапливаются у земли. Оксид углерода соединяется с гемоглобином крови и мешает ему нести кислород в ткани организма. В выхлопных газах содержатся также альдегиды, обладающие резким запахом и раздражающим действием. К ним относятся акролеины и формальдегид; последний обладает особенно сильным действием. В автомобильных выбросах содержатся также оксиды азота. Двуокись азота играет большую роль в образовании продуктов превращения углеводородов в атмосферном воздухе. В выхлопных газах присутствуют неразложившиеся углеводорода топлива. Среди них особое место занимают непредельные углеводороды этиленового ряда, в частно-сти гексен и пентен. Из-за неполного сгорания топлива в двигателе автомашины часть углеводородов превращается в сажу, содержащую смолистые вещества. Особенно много сажи и смол образуется при технической неисправности мо-тора и в моменты, когда водитель, форсируя работу двигателя, уменьшает соотношение воздуха и горючего, стремясь получить так называемую «богатую смесь». В этих случаях за машиной тянется видимый хвост дыма, который содержит полициклические углеводороды и, в частности, бенз(а)пирен.

В 1 л бензина может содержаться около 1 г тетраэтилсвинца, который разрушается и выбрасывается в виде соединений свинца. В выбросах дизельного транспорта свинец отсутствует. Тетраэтилсвинец используют в США с 1923 г. в качестве добавки к бензину. С этого времени выброс свинца в окружающую среду непрерывно возрастает. Годовое потребление свинца для бензина на душу населения составляет в США около 800 г. Близкое к токсическому уровню содержание свинца в организме наблюдалось у дорожных полицейских и у тех, кто постоянно подвергается воздействию выхлопных газов автомобилей. Исследованиями было, показано, что в организме голубей, живущих в Филадельфии, содержится в 10 раз больше свинца, чем у голубей, живущих в сельской местности. Свинец - один из основных отравителей внешней среды; и поставляют его главным образом современные двигатели с высокой степенью сжатия, выпускаемые автомобильной промышленностью.

Противоречия, из которых «соткан» автомобиль, пожалуй, ни в чем не выявляется так резко, как в деле защиты природы. С одной стороны, он облегчил нам жизнь, с другой—отравляет ее. В самом прямом и печальном смысле.

Один легковой автомобиль поглощает ежегодно из атмосферы в среднем больше 4 т кислорода, выбрасывая с выхлопными газами примерно 800 кг окиси углерода, около 40 кг окислов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Фото токсический туман. В 30-х годах над Лос-Анджелесом (США) стал появляться смог в теплое время года, как правило, летом и ранней осенью, в жаркие дни. Лос-анжелесский смог представляет собой сухой туман с влажностью около 70%. Этот смог называют фотохимическим туманом, так как для его возникновения необходим солнечный свет, вызывающий сложные фотохимические превращения в смеси углеводородов и окислов азота автомобильных выбросов. В фотохимическом тумане лос-анжелесского типа в ходе фотохимических реакций образуются новые вещества, значительно превышающие по своей токсичности исходные атмосферные загрязнения. Фотохимический туман считается наиболее опасным для здоровья, так как он содержит очень ядовитые компоненты. Во многих точках Лос-Анджелеса степень накопления загрязняющих веществ измеряют с помощью непрерывно действующих автоматических устройств. Если загрязненность превысила установленный предел, то звучат сирены, при этом водители должны остановить автомобили, выключить двигатели и подождать, пока не будет дан сигнал, разрешающий продолжать путь (т. е. когда автоматические устройства определят, что загрязненность уменьшилась) .

В районе Лос-Анджелеса особый климат — как в огромной колбе. С трех сторон залив окружают горы, а с четвертой стороны идет воздушный поток, который нагревается под действием солнечного тепла и устремляется ввысь. Верхнюю часть этой колбы закрывает низкий 'инверсионный слой, он проходит на уровне 200—250 м. В этой гигантской колбе смешивается дым от 4 млн. автомобилей, находящихся в районе Лос-Анджелеса. Количество выбрасываемых загрязняющих веществ ежедневно составляет 10—12 тыс. т. В утренние часы «пик» накапливается большое количество дыма от автомобилей, направляющихся в город. На солнцепеке из выхлопных газов автомобилей выделяются вещества, которые вызывают раздражение слизистой оболочки глаз. Перед полуднем образуется фотохимический туман. Вскоре после полудня под действием усиливающегося нагрева инверсия ослабляется, смог поднимается вверх. Влияние вечерних часов «пик» уже едва заметно. В Советском Союзе явлений, подобно фотохимическому туману, не наблюдалось, однако условия для его образования могут возникнуть.

Влияние отработанных газов на окружающую среду и здоровье населения. Загрязненный отработав-шими газами воздух угнетает и уничтожает растительность. В США связанные с этим убытки оцениваются в 500 млн. долларов в год. Характерно, что в Лос-Анджелесе уничтоженные отработавшими газами зеленые насаждения заменяются пластмассовыми муляжами. За последние 10 лет зеленая зона Токио сократилась на 12%. Не менее разителен вред, наносимый отработавшими газами зданиям и сооружениям: металлические кровли в городах служат в 3 раза меньше, чем в деревнях. Античная конная статуя римского императора Марка Аврелия, которая более четырех веков украшала зна-менитую площадь на Капитолийском холме, построенную по проекту Микеланджело, «переехала» в реставрационные мастерские в 1981 г. Дело в том, что эта статуя работы неизвестного мастера, возраст которой составляет почти 1800 лет, «тяжело больна». Высокий уровень загрязнения атмосферы, выхлопные газы автомобилей, а также палящие лучи солнца, и дожди нанесли огромный ущерб бронзовой статуе императора. Римляне и мно-гочисленные туристы, возможно, смогут любоваться только копией статуи.

Для снижения материального ущерба металлы, чувствительные к автомобильным выбросам, заменяют на алюминий; на сооружения наносят специальные газоустойчивые растворы и краски. Многие ученые видят а развитии автотранспорта и во все большем загрязнении воздуха крупных городов автомобильными газами главную причину увеличения заболевания легких. Столица Испании Мадрид находится в числе городов мира с самым опасным загрязнением атмосферы. Загрязнение воздуха выхлопными газами автотранспорта непрерывно увеличивается. В ряде районов оно достигло предельного уровня и стало опасным для жизни. Наиболее загрязненными городами Италии являются Милан, Венеция, Рим, Неаполь и Триест. По мнению специалистов, главный источник загрязнения — автомобили. Отравление воздуха выхлопными газами автомобилей в австрийских городах принимает угрожающие масштабы. В Вене за год в атмосферу выбрасывается 200 т свинца. Из опубликованного доклада ученых следует, что высокая степень загрязнения воздуха отмечается даже в тех районах Вены, где автомобилей относительно немного.

Медицинский анализ показал, что содержание свинца в крови жителей австрийской столицы уже превышает установленные нормы.

В политической, декларации, принятой Брюссельской конференцией коммунистические и рабочих партий Европы, отмечается, что крупный капитал не способен полностью решить проблему окружающей среды. Опыт социалистического содружества подтверждает правильность выводов революционного рабочего движения о том, что в условиях социализма проблемы окружающей среды решаются наиболее полно.

Положение воздушных бассейнов в городах СССР выгодно отличается от многих зарубежных. Посещающие Москву гости неизменно отмечают чистоту городского воздуха.

**Мероприятия по борьбе с выбросами автотранспорта**

Оценка автомобилей по токсичности выхлопов. Большое значение также имеет повседневный кон-троль, над автомашинами. Все автохозяйства обязаны следить за исправностью выпускаемых на линию ма-шин. При хорошо работающем двигателе в выхлопных газах окиси углерода должно содержаться не более допустимой нормы. Положением о Государственной автомобильной инспекции на нее возложен контроль за выполнением ме-роприятий по охране окружающей среды от вредного влияния автомототранспорта. ГОСТ под номером 17.2.03.77, введенный в нашей стране с 1 июля 1978 г., имеет символическое название «Охрана природы. Атмосфера». В подзаголовке конкретизируется: «Содержание окиси углерода в отработавших газах автомобилей с бен-зиновыми двигателями. Нормы и метод определения».

В принятом стандарте на токсичность предусмотрено дальнейшее ужесточение нормы, хотя они и сегодня в СССР жестче европейских: по окиси углерода—на 35%, по углеводородам—на 12%, по окислам азота—на 21%. Советский автомобиль 1978 г. должен выбрасывать в атмосферу окиси углерода почти вдвое, а углеводородов на 21% меньше, чем машина выпуска 1975 г. С 1978 г. ограничен выброс окислов азота. В таких больших городах, как Москва, Киев, Алма-Ата, работают службы чистого воздуха. На дизельные автомобили имеется специальный ГОСТ «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов». Интересной особенностью автомобильного ГОСТа является то обстоятельство, что он обращен к ог-ромной массе водителей. Кроме норм, ГОСТ содержит методику, которая дает подробные рекомендации водителю: как определить содержание окиси углерода в выхлопе, как отрегулировать двигатель. Отечественные стандарты предусматривают дальнейшее поэтапное ужесточение норм выброса токсичных веществ. Автомобили, выпускаемые в нашей стране, отвечают требованиям действующих стандартов. На заводах введены контроль и регулирование автомобилей по токсичности и дымности отработавших газов. В Советском Союзе созданы приборы, которые следят за тем, чтобы машины, выходящие в рейс, не превышали допустимых норм выбросов вредных газов. Так, в Смоленске выпускаются переносные устройства «ГАИ-1» для измерения окиси углерода в выхлопных газах. Другие приборы измеряют окислы азота, углеводорода. Создана аналитическая система, автоматически регистрирующая одновременно основные транспортные выбросы. Смоленские приборостроители начали ее серийный выпуск. Системы управления городским транспортом. Разработаны новые системы регулирования уличного движения, которые сводят к минимуму возможность образования пробок, потому что, останавливаясь и потом набирая скорость, автомобиль выбрасывает в несколько раз больше вредных веществ, чем при равномерном движении. Расширяются улицы между проезжей частью дорог и жилыми домами. Построены автомагистрали в обход городов. Так, в Саратове построена автомагистраль в обход города. Дорога приняла весь поток транзитного транспорта, который раньше нескончаемой лентой тянулся по городским улицам. Резко снизилась интенсивность движения, уменьшился шум, чище стал воздух.

Любые вопросы организации движения надо рассматривать с точки зрения не только обеспечения безопас-ности, но и уменьшения токсичности выхлопных газов. Почему, скажем, предельная скорость движения в горо-де установлена не 80 и не 50, а 60 км в час? Именно на эту скорость у легковых автомобилей приходится мини-мум вредных выбросов. При резком же увеличении или уменьшении скорости движения выброс возрастает бо-лее чем вдвое. В столице проводится большая работа по улучшению организации и безопасности движения транспорта, роль техники регулирования сегодня очень велика. Большое значение в регулировании движения приобретает привычный всем нам скромный светофор. На-пряженный и все усложняющийся ритм автомобильных потоков в столице регулируют около 800 светофоров. На 42 магистралях они работают по четкой, координированной системе, известной как «Зеленая волна».

В Москве создана автоматизированная система управления дорожным движением «Старт», которая прин-ципиально отличается от более простых подобных систем, действующих в настоящее время в столице и во многих других городах Советского Союза. Благодаря совершенным техническим средствам, математическим методам и вычислительной технике она позволит оптимально управлять движением транспорта во всем городе и полностью освободит человека от обязанностей непосредственного регулирования автомобильных потоков. В новом здании, которое поднялось на Садово-Каретной улице столицы, расположился единый общегородской центр управления движением транспорта уникальной телеавтоматической системы «Старт». За последнее десятилетие в Москве значительно возросли количество автомобилей и интенсивность транспортных потоков на ее магистралях. Одновременно на них находится в движении от 350 до 450 тыс. автомобилей. Основные магистрали города, как Садовое кольцо, улица Горького и другие, уже давно работают на пределе своих пропускных возможностей.

Системе «Старт» и предстоит решать задачи по организации движения, управлению потоками транспортных средств, равномерному распределению их по уличным артериям. С ее помощью можно будет оперативно анализировать изменяющиеся дорожные условия, выбирать оптимальный режим регулирования движения транспорта светофором.

На первом этапе «Старт» внедряется в пределах Садового кольца. «Старт» — сложная и уникальная систе-ма, на данный момент не имеющая аналогов в мире. Автоматизированное управление движением в таких круп-ных городах, как Токио, Лондон или Вашингтон, осуществляется лишь в пределах района или одной магистра-ли, а не всего города, как это будет в Москве. Несомненно, «Старт» усилит пропускную способность столич-ных магистралей, снизит число дорожно-транспортных происшествий и не только повысит эффективность ра-боты транспорта, но и, сократив задержки движения, благотворно повлияет на состояние воздушного бассейна города. Таков «Старт» — пионер комплексного решения проблемы автоматического управления дорожным движением. «Старт» на 20—25% сократит задержки транспорта у перекрестков, на 8—10% уменьшит количе-ство дорожно-транспортных происшествий, улучшит санитарное состояние городского воздуха, увеличит ско-рость сообщения общественного транспорта, снизит уровень шумов. По мнению специалистов, перевод автотранспорта на дизельные двигатели уменьшит выброс в атмосферу вредных веществ. В выхлопе дизеля почти не содержится ядовитой окиси углерода, так как дизельное топливо сжигается в нем практически полностью. К тому же дизельное топливо свободно от тетраэтила свинца, присад-ки, которая используется для повышения октанового числа бензина, сжигаемого в современных карбюратор-ных двигателях с высокой степенью сжигания.

Дизель экономичнее карбюраторного двигателя на 20—30%. Более того, для производства 1 л дизельного топлива требуется в 2,5 раза меньше энергии, чем для производства того же количества бензина. Получается, таким образом, как бы двойная экономия энергоресурсов. Именно этим объясняется быстрый рост числа авто-мобилей, работающих на дизельном топливе. В 1976 г. в США продано 25 тыс. легковых автомобилей с ди-зельными двигателями, а в 1980 г.—400 тыс. Намечено довести долю дизельных автомобилей в общем числе выпускаемых легковых автомобилей до 15—20%. Согласно прогнозам Агентства по охране окружающей среды США, к 1990 г. 25% всех продаваемых в стране легковых автомобилей будут иметь дизельные двигатели.

Совершенствование двигателей внутреннего сгорания. Создание автомобилей с учетом требований эко-логии—одна из серьезных задач, которые стоят сегодня перед конструкторами. Совершенствование процесса сгорания топлива в двигателе внутреннего сгорания, применение электрон-ной системы зажигания приводит к уменьшению в выхлопе вредных веществ. Для экономии топлива создаются различные типы зажигания. Инженеры югославского объединения «Электронска индустрия» создали электронную систему со сроком службы 30 тыс. ч. Кроме прочего, она ре-гулирует расход горючего. А одна из английских фирм использовала плазменный вариант, обеспечивающий легкое воспламенение бедной горючей смеси. Автомобиль, оборудованный такой системой, расходует всего 2 л на 100 км пробега. Разработаны и другие методы экономии. Французская фирма «Рено» экспериментирует с автомобильными газогенераторами. Сырьем для них служат древесина, солома, стебли кукурузы и другие растительные остат-ки. При сжигании полученного газа в смеси с дизельным топливом последнего нужно в 3—4 раза меньше.

Чистота «дыхания» машины во многом зависит от карбюратора. Около 75% этих приборов, устанавливае-мых на отечественных легковых автомобилях, производят в Димитровграде. Перед создателями карбюратора «Озон» стояла задача: добиться более оптимальных смесей на различных режимах работы двигателя. Это значило сократить расход топлива, а следовательно, снизить токсичность вы-хлопных газов.

С 1979 г. все автомобили, сходящие с ВАЗа, оснащаются карбюраторами «Озон». Такие карбюраторы обес-печивают действующие и перспективные нормы токсичности выхлопных газов и дают 10—15% экономии топ-лива по ездовому циклу. Производственное объединение «ГАЗ» (Горьковский автозавод) выпускает новую модель легковых автомо-билей «Волга» ГАЗ-3102. Эта машина элегантнее, комфортабельнее и мощнее своей предшественницы, но главное в том, что у нее двигатель с принципиально новой системой воспламенения рабочей смеси. Эта система — форкамерное зажигание — разработана советскими специалистами на основе явления высокой химической активности продуктов неполного сгорания богатой углеводородами смеси.

Новый способ зажигания называется процессом лавинной активизации горения или сокращенно ЛАГ-процессом. Суть его в том, что в основную камеру сгорания бензино-воздушной смеси выбрасывается из вспомогательной форкамеры факел химически активных продуктов неполного сгорания этой смеси. Форкамерный двигатель при высокой своей мощности обеспечивает высокую экономичность в потреблении топлива и исключительно низкую токсичность отработавших газов. Нейтрализаторы. Большое внимание придается разработке устройства снижения токсичности—нейтрализаторов, которыми можно оснастить современные автомобили. Способ каталитического преобразования продуктов сгорания заключается в том, что отработавшие газы очищаются, вступая в контакт с катализатором. Одновременно происходит дожигание продуктов неполного сгорания, содержащихся в выхлопе автомобилей. Катализатором служат либо гранулы размером от 2 до 5 мм, на поверхности которых нанесен активный слой с добавками благородных металлов—платины, палладия и т. п., либо керамический блок сотового типа с подобной активной поверхностью. Конструкция нейтрализатора весьма проста. В металлическую оболочку с патрубками для подвода и отвода газа заключена реакторная камера, которая заполняется гранулами или кера-мическим блоком. Нейтрализатор крепят к выхлопной трубе, и газы, прошедшие через него, выбрасываются в атмосферу очищенными. Одновременно устройство может выполнять функции глушителя шума.

В СССР налажено производство нейтрализатора для дизельных двигателей. В 1979 г. на городские трассы вышли первые «Волги», оборудованные необычной «ловушкой для дыма» — каталитическими нейтрализаторами, которые резко снижают токсичность выхлопных газов автомобиля. Эффект от использования нейтрализаторов достигается внушительный: при оптимальном режиме выброс в атмосферу оксида углерода уменьшается на 70—80%, а углеводородов—на 50—70%. Большое количество машин в Москве работает с нейтрализаторами, позволяющими очищать отработанные газы автомобилей от окиси углерода и углеводорода. Специалистами Научно-исследовательского автомобильного и автомоторного института разработано устройство, которое значительно снижает содержание токсичных веществ в выхлопных газах,— «Каскад». В ус-ловиях городского движения «Каскад» обеспечивает снижение расхода топлива на 4—7% и уменьшает выброс окиси углерода на 20—40%. «Каскад» может быть установлен как на находящихся в эксплуатации автомоби-лях, так и на вновь выпускаемых.

Самый важный показатель качества автомобильного бензина—детонационная стойкость. Для повышения октанового числа в топливо вводят добавки. Самый простой метод повышения детонационной стойкости—добавление тетраэтилсвинца. В большинстве стран уже приняты или - разрабатываются законодательные ме-ры, ограничивающие и дозы этилирования, и объем потребления этилированных бензинов. В СССР примене-ние этилированных бензинов запрещено в Москве, Ленинграде, Киеве и в некоторых курортных центрах. Ог-раничена и величина добавки тетраэтилсвинца. Перед учеными и инженерами возникла задача — погасить детонацию иными способами. Это можно сде-лать, скажем, обеднив топливно-воздушную смесь, но тогда на полных мощностях двигатель работал плохо. Добавляли к бензовоздушным смесям водород—получалось неплохо. Но пока широкое применение водорода требует большой подготовительной работы. Оставался один путь—найти иные, менее токсичные антидетонаторы. В поисках их ученые опробовали почти все элементы таблицы Менделеева и вынуждены были признать, что немногие из них могут быть использованы для этих целей. По многим причинам в числе основных претен-дентов оказались соединения марганца.

В нашей стране работы, связанные с созданием антидетонаторов на основе элементоорганических соедине-ний марганца (ЦТМ), ведутся под руководством академика А. Н. Несмеянова. Уже выполнен обширный ком-плекс моторных и эксплуатационных испытаний, а общий пробег автомобилей различных марок на топливах с присадками ТЦМ составил около 30 млн. км. Оказалось, что бензин с этими присадками обеспечивает нор-мальную эксплуатацию автомобилей в диапазоне пробега 60—100 тыс. км. Каталитические нейтрализаторы от-работавших газов при этом работают безотказно. А токсичность выхода остается на уровне обычных бензинов. Значительно улучшить состав выхлопных газов можно с помощью различных добавок к топливу. Ученые разработали присадку, которая снижает содержание сажи в выхлопных газах на 60—90% и канцерогенных ве-ществ—на 40%. В последнее время на нефтеперерабатывающих предприятиях страны широко внедряется процесс каталити-ческого риформинга низкооктановых бензинов. Отличие данной установки от действующих на других заводах заключается в том, что она позволяет эффективнее облагораживать горючее. В результате можно выпускать не-этилированные, малотоксичные бензины. Поэтому они считаются относительно чистыми. Использование их снижает загрязненность атмосферного воздуха, увеличивает срок службы автомобильных двигателей, сокраща-ет расход топлива.

Газ вместо бензина. Высокооктановое, стабильное по составу газовое топливо хорошо смешивается с воз-духом и равномерно распределяется по цилиндрам двигателя, способствуя более полному сгоранию рабочей смеси. Суммарный выброс токсичных веществ у автомобилей, работающих на сжиженном газе, значительно меньше, чем у машин с бензиновыми двигателями. Так, грузовик «ЗИЛ-130», переведенный на газ, имеет пока-затель по токсичности почти в 4 раза меньше, чем его бензиновый собрат. В Москве эксплуатируется около 10 тыс. автомобилей, работающих на сжиженном пропанобутановом газе. Их можно отличить по красному баллону с левой стороны. В основном это грузовые машины «ЗИЛ» и «ГАЗ». Проходят опытную эксплуатацию на этом виде топлива легковые автомобили (такси) и автобусы. В 1981 г. на-чали применять на автотранспорте сжатый природный метановый газ. Он содержится в баллонах под давлением 200 кг/см2. Перевод автотранспорта на газобаллонное топливо обеспечивает экономию бензина и уменьшает выброс в атмосферу вредных веществ. Многолетний опыт эксплуатации автомобилей, работающих на сжиженном газе во многих странах мира, выявил существенные технико-экономические и санитарно-гигиенические преимущества голубого топлива по сравнению с бензином. При работе двигателя на газе происходит более полное сгорание смеси. А это ведет к снижению токсичности отработавших газов, уменьшению нагарообразования и расхода масла, увеличению мо-торесурса. Кроме того, сжиженный газ дешевле бензина.

Электромобиль. В настоящее время, когда автомобиль с бензиновым двигателем стал одним из существен-ных факторов, приводящих к загрязнению окружающей среды, специалисты все чаще обращаются к идее соз-дания «чистого» автомобиля. Речь, как правило, идет об электроавтомобиле. В некоторых странах начинается их серийное производство. Специалисты отдают себе отчет в том, что перевод всего автотранспорта на электротягу потребовал бы ко-лоссального расхода электроэнергии для зарядки батарей, дефицитных материалов для их изготовления. В этом нет нужды. Ведь, например, автомобили личного пользования (в перспективе главным образом туристические) или междугородные автобусы, магистральные автопоезда, конечно, более совершенные и экономичные, чем теперешние, можно и в будущем эксплуатировать на жидком или газовом топливе. В местах же наибольшего скопления автотранспорта в интересах защиты окружающей среды признан целесообразным перевод его на электротягу. Это потребует в 15—20 раз меньших затрат энергии и других ресурсов и даст 5—7% экономии то-плива. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на пери-од до 1990 года» записано: «Создать конструкции и начать производство малотоннажных грузовых электро-мобилей с эффективными источниками тока для внутригородских перевозок». В настоящее время в нашей стране производятся электромобили пяти марок. Электромобиль Ульяновско-го автозавода («УАЗ»-451-МИ) отличается от остальных моделей системой электродвижения на переменном токе и встроенным зарядным устройством. Это позволяет производить подзарядку батарей свинцово-кислотных аккумуляторов непосредственно от городской электросети. Зарядное устройство снабжено преоб-разователем тока, допускающим применение легкого и низкооборотного тягового двигателя. Машины этой марки уже используются в Москве для доставки продуктов в магазины и школьные буфеты. В 1982 г. в столице создано первое хозяйство, в составе которого 25 электрогрузовиков. Этот год стал да-той серийного выпуска электромобилей в стране. К концу одиннадцатой пятилетки парк таких бесшумных машин увеличится до 400 единиц.В интересах защиты окружающей среды считается целесообразным перевод автотранспорта на электротя-гу, особенно в крупных городах.

**Загрязнения атмосферного воздуха промышленными выбросами**

Предприятия металлургической, химической, цементной и других отраслей промышленности выбрасывают в атмосферу пыль, сернистые и другие вредные газы, выделяющиеся при различных технологических производ-ственных процессах. Черная металлургия выплавки чугуна и переработки его на сталь сопровождаются выбросом в атмосферу различных газов. Загрязнение воздуха пылью при коксовании углей сопряжено с подготовкой шихты и загрузкой ее в коксовые печи, с выгрузкой кокса в тушильные вагоны и с мокрым тушением кокса. Мокрое тушение сопровождается также выбросом в атмосферу веществ, входящих в состав используемой воды. Цветная металлургия. При получении металлического алюминия путем электролиза с отходящими газами от электролизных ванн в атмосферный воздух выделяется значительное количество газообразных и пылевидных фтористых соединений. Воздушные выбросы предприятий нефтедобывающей и нефтехимической промышленности содержат большое количество углеводородов, сероводорода и дурно пахнущих газов. Выброс в атмосферу вредных ве-ществ на нефтеперерабатывающих заводах происходит главным образом вследствие недостаточной герметиза-ции оборудования. Например, загрязнение атмосферного воздуха углеводородами и сероводородом отмечается от металлических резервуаров сырьевых парков для нестабильной нефти, промежуточных и товарных парков для легковых нефтепродуктов.

Производство цемента и строительных материалов может являться источником загрязнения атмосферы различной пылью. Основными технологическими процессами этих производств являются процессы измельчения и термическая обработка шихт, полуфабрикатов и продуктов в потоках горячих газов, что свя-зано с выбросами пыли в атмосферный воздух. К химической промышленности относится большая группа предприятий. Состав их промышленных выбросов весьма разнообразен. 0сновными выбросами от предприятий химической промышленности являются окись углерода, окислы азота, сернистый ангидрид, аммиак, пыль от неорганических производств, органические вещества, сероводород, сероуглерод, хлористые соединения фтористые соединения и др. Источниками загрязнения атмосферного воздуха в сельских населенных местах являются животноводческие и птицеводческие фермы, промышленные комплексы от производства мяса, предприятия районного объединения "Сельхозтехника", энергетические и теплосиловые предприятия, пестициды, применяемые в сельском хозяйстве. В районе расположения помещений для содержания скота и птицы в атмосферный воздух могут поступать и распространяться на значительное расстояние аммиак, сероуглерод и другие дурно пахнущие газы. К источникам загрязнения атмосферного воздуха пестицидами относятся склады, протравливание семян и сами поля, на которые в том или ином виде наносятся пестициды и минеральные удобрения, а также хлопкоочистительные заводы.

Смог (смесь дыма и тумана). В 1952 г. в течение 3—4 суток от смога в Лондоне погибло более 4 тыс. че-ловек. Сам по себе туман не опасен для человеческого организма. Он становится вредным, только когда чрезвычайно загрязнен токсическими примесями. 5 декабря 1952 г. над всей Англией возникла зона высокого давления и в течение нескольких дней не ощущалось ни малейшего дуновения. Однако трагедия разы-гралась только в Лондоне, где была высокая степень загрязнения атмосферы. Английские специалисты определили, что смог 1952 г. содержал несколько сот тонн дыма и сернистого ангидрида. При сопоставлении загрязненности атмосферного воздуха в Лондоне в эти дни с уровнем смертности было отмечено, что смертность увеличивается прямо пропорционально концентрации в воздухе дыма и сернистого газа. В 1963 г. густой туман с копотью и дымом, спустившийся на Нью-Йорк (смог), убил более 400 человек. Ученые считают, что ежегодно тысячи смертей в городах всего мира связаны с загрязнением воздуха. Смог наблюдается лишь в осенне-зимнее время (с октября по февраль). Главным действующим компонентом является сернистый газ в концентрации 5—10 мг/м3 и выше. Влияние атмосферных загрязнений на окружающую среду и здоровье населения. От загрязнения воз-духа страдают животные и растения. Каждый раз, когда в Афинах идет дождь, вместе с водой на город обрушивается серная кислота, под губи-тельным воздействием которой происходит разрушение Акрополя и его бесценных памятников древнегрече-ского зодчества, сооруженных из мрамора. За последние 30 лет им был нанесен гораздо больший ущерб, чем за предыдущие два тысячелетия.

Загрязнению воздуха в определенной степени подвержены все промышленно развитые страны. Но столица Греции страдает сильнее, чем большинство других крупных городов Западной Европы. Ежегодно в районе Афин в воздух выбрасывается 150 тыс. т сернистого ангидрида.

Большая загрязненность окружающей среды отличается в китайском городе Шанхае. На тысячах его фабрик и заводов почти нет газоочистного оборудования. Поэтому ежегодно в воздух выбрасываются многие миллио-ны тонн угольной пыли, до 20 млн. т сажи, 15 млн. т двуокиси серы, загрязнение воздушного бассейна над ним поистине катастрофично. Временами город заволакивает настолько плотный смог, что даже днем машины с включенными фарами с трудом пробираются по его улицам. На территорию Северной Швеции и Норвегии серы выпадает в 1,2—2,5 раза больше, чем выбрасывается в воздушный бассейн с этих территорий. В то же время во многих промышленных странах Западной Европы, в частности в Великобритании и Нидерландах, отношение выпадений серы к выбросам составляет лишь 10—20%, а в ФРГ, Франции и Дании—20—45%. Отсюда был сделан вывод, что в этих государствах в атмосферный воздух серы выбрасывается гораздо больше, чем выпадает на их территории, и, следовательно, остальная часть переносится воздушными потоками в соседние страны, в частности в Скандинавию. Опасность выбросов сернистых соединений заключается прежде всего в их массовости, токсичности и срав-нительно большом обыщем "сроке жизни".

«Продолжительность жизни» самого сернистого газа в атмосфере сравнительно невелика (от двух-трех не-дель, если воздух сравнительно сухой и чистый, до нескольких часов, если воздух влажен и в нем присутствует аммиак или некоторые другие примеси). Он, растворяясь в каплях атмосферной влаги, в результате каталитических, фотохимических и других реакций окисляется и образует раствор серной кислоты. Агрессивность выбросов еще более возрастает. В конечном счете переносимые воздушными массами сернистые соединения перехо-дят в форму сульфатов. Их перенос в основном происходит на высоте от 750 до 1500 м, где средние скорости близки к 10 м/с, и дальность переноса сернистого газа простирается до 300—400 км. На этом же удалении от источника выбросов в струе переноса отмечается максимум концентрации раствора серной кислоты. Ее обнаруживают и на расстоянии до 1000—1500 км, где в основном завершается ее переход в форму сульфатов. Описанный выше процесс—лишь упрощенная схема, не учитывающая возможности вымывания сернистого газа и серной кислоты по пути переноса каплями дождя, а также абсорбирования их растительностью, почвой, поверхностными и морскими водами, воздействие сернистого газа и его производных на человека и животных проявляется прежде всего в поражении верхних дыхательных путей. Под влиянием сернистого газа и серной кислоты происходит разрушение хлорофилла в листьях растений, в связи с чем ухудшаются фотосинтез и ды-хание, замедляется рост, снижается качество древесных насаждений и урожайность сельскохозяйственных культур, а при более высоких и продолжительных дозах воздействия растительность погибает. Так называемые «кислые» дожди вызывают повышение кислотности почв, что снижает эффективность применяемых минеральных удобрений на пахотных землях, приводит к выпадению наиболее ценной части ви-дового состава трав на долголетних культурных сенокосах и пастбищах. Особенно подвержены влиянию кислых осадков дерново-подзолистые и торфяные почвы, широко распространенные в северной части Европы, В нейтральной воде концентрация водородных ионов (рН) равна 7. Если же приборы показывают цифру меньше семи, вода кислая, больше—щелочная] На рисунке 15 показана чувствительность водных организмов к пони-жению рН в пресных водах. Наличие в воздухе соединений серы ускоряет процессы коррозии металлов, разрушения зданий, сооруже-ний, памятников истории и культуры, ухудшает качество промышленных изделий и материалов. Установле-но, например, что в промышленных районах сталь ржавеет в 20, а алюминий разрушается в 100 раз быстрее, чем в сельской местности.

Учитывая, что использование твердого топлива, в частности бурого угля (характерного высоким содержа-нием серы), по данным топливно-энергетическим прогнозам, имеет тенденцию к дальнейшему неуклонному росту на весь обозримый период, следует предвидеть соответствующее увеличение выбросов сернистого газа, во всяком случае, до тех пор, пока в необходимых масштабах не будут реализованы способы и средства извле-чения серы и ее соединений из топлива или отходящих газов Загрязнение атмосферного воздуха таит в себе не только угрозу здоровью людей, но и наносит большой экономический ущерб Ядовитые вещества в воздухе Со-единенных Штатов Америки отравляют домашний скот во Флориде, обесцвечивают краску на стенах домов и корпусах автомашин в Линкольне (штат Мэн), под их влиянием гибнут сосны, растущие в 60 милях от Лос-Анджелеса, а также фруктовые сады в Техасе и Иллинойске и шпинат на юге Калифорнии. 3-а загрязнение воздуха американцам приходится ежегодно расплачиваться миллиардами долларов. Согласно оценкам Агентства по охране окружающей среды, экономические потери от смертности и заболе-ваний в связи с загрязнением воздушной среды в США составляют ежегодно 6 млрд. долларов. Эта цифра включает и ущерб от утраты трудоспособности, а также расходы на соответствующее медицинское обслуживание.

**Защита атмосферного воздуха от загрязнения**

Партия и правительство постоянно заботятся об охране окружающей среды, поскольку эта проблема нераз-рывно связана с улучшением здоровья, продлением жизни и работоспособности советских людей. [За послед-ние годы на предприятиях различных отраслей промышленности введены в действие многие совершенные тех-нологические процессы, тысячи газоочистных и пылеулавливающих аппаратов и установок, которые резко со-кращают или исключают выбросы вредных веществ в атмосферу. В широких масштабах осуществляется про-грамма перевода предприятий и котельных на природный газ. За пределы городов выведены десятки предприятий и цехов с опасными источниками загрязнения воздушного бассейна. Все это привело к тому, что в большинстве промышленных центров и населенных пунктов страны уровень загрязнения заметно уменьшился. Растет и число промышленных предприятий, оснащенных новейшей и дорогостоящей газоочистной техникой. В Советском Союзе впервые в мире начали нормировать предельно допустимые концентрации вредных веществ в окружающей среде. Конечно, было бы лучше вообще запретить загрязнять атмосферу, но при сущест-вующем уровне технологических процессов это пока невозможно. В СССР введены самые жесткие в мире предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосфере.

Гигиенисты исходят из того, что предельно допустимые концентрации этих веществ в воздухе не окажут отрицательного воздействия на человека и природу.

Гигиенические нормативы—это государственное требование к руководителям предприятий. За их выполне-нием следят органы государственного санитарного надзора Министерства здравоохранения СССР, Государст-венный комитет по гидрометеорологии и контролю природной среды. В 1980 г. в Белоруссии завершена большая и важная работа по инвентаризации источников выбросов вред-ных веществ а атмосферу. Результаты инвентаризации являются основой при разработке норм предельно до-пустимых выбросов на каждом промышленном предприятии. Проведенные мероприятия позволили снизить или стабилизировать загрязнение воздушной среды во многих городах республики. Предельно допустимые выбросы устанавливаются обязательно с учетом предельно допустимых концентраций.

Санитарный надзор за чистотой воздуха—один из важных элементов системы по охране атмосферного воздуха от загрязнений.

Функции государственного санитарного надзора определены «Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении» (1970) и «Положением о государственном санитарном надзоре в СССР».

Большое значение для санитарной охраны атмосферного воздуха имеют выявление новых источников загрязнения воздушного бассейна, учет проектируемых, строящихся и реконструируемых объектов, загрязняющих атмосферу, контроль за разработкой и реализацией генеральных планов Городов, поселков и промышленных узлов, касающихся размещения промышленных предприятий и санитарно-защитных зон.

Санитарно-эпидемиологическая служба осуществляет надзор за новым строительством и реконструкцией промышленных объектов, за проектированием и строительством газопылеочистных сооружений на действую-щих предприятиях, проверку проектных институтов. Надзор за изменением технологического профиля предприятий. В нашей стране последовательно принимаются широкие меры для защиты окружающей среды. С января 1981 г. вступил в действие Закон об охране атмосферного воздуха; еще одно реальное воплощение политики партии и государства в этой области. Он всесторонне охватывает важную общечеловеческую проблему, систематизируя выдержавшие проверку временем юридические нормы. Закон в первую очередь выразил более квалифицированно те требования, которые были выработаны в предшествующие годы и оправдали себя на практике. Сюда относятся, в частности, правила о запрещении ввода в действие любых производственных объектов — вновь созданных или реконструированных, если они в процессе эксплуатации станут источниками загрязнений или иных отрицательных воздействий на атмосферный воздух (ст. 13). Сохраняются и получают дальнейшее развитие правила о нормировании предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Вместе с тем закон содержит много нового. Прежде всего следует подчеркнуть, что при сохранении прин-ципов нормирования предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ расширяется сфера их действия: - ПДК впредь будут действовать не только на территории населенных пунктов, как это было ранее, а на всей территории СССР. Существенно новым является предусмотренное в статье 10 положение о нормировании предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу стационарными и подвижными источниками загрязне-ния. Это означает, что для каждой точки выброса, скажем каждой трубы, будет выдано (или не выдано) компетентными государственными органами разрешение, предусматривающее предельные количества выбрасываемых загрязняющих веществ в единицу времени. И если эта норма, указанная в разрешении на выброс, окажется нарушенной, то создавшееся положение, естественно, будет рассматриваться как правонарушение со всеми вытекающими последствиями. Такая постановка вопроса полностью отвечает интересам людей, требованиям охраны окружающей среды. Но чтобы неукоснительно соблюдать эти нормы, надо точно знать состав и количество вредных веществ, выбрасываемых каждым предприятием, каждой котельной, каждым автомобилем. В первую очередь намечено провести инвентаризацию источников выбросов, определить состав и количество вредных веществ, их концентрацию в воздухе, почве, снежном покрове, установить границы распространения.

До сего времени законодательство, как известно, исходит из необходимости охраны атмосферного воздуха главным образом от загрязнений и только в пределах населенных пунктов. Однако такая концепция перестала удовлетворять потребностям практики. В современных условиях атмосферу требуется охранять не только от загрязнений, хотя это и продолжает оставаться главной проблемой, но также и от иных видов отрицательного воздействия общества, в результате которых могут наступить дискомфортные условия жизни людей на Земле. Вот почему совершенно новыми являются содержащиеся в законе статьи о регулировании воздействия на по-году и климат (ст. 20), о регулировании потребления атмосферного воздуха для промышленных и иных народнохозяйственных нужд (ст. 19), о предупреждении, снижении и устранении вредного воздействия на атмосферу физических факторов (ст 18) и др. Пока еще преднамеренные воздействия человека на погоду обычно ограничиваются разрушением градовых облаков и попытками искусственно вызвать дождь в нужном районе. Но и эти попытки требуют большой осторожности, ибо разрушение градового облака в одном месте может вызвать катастрофический ливень в другом. Более широкое применение погодных модификаций таит в себе опасность других непредвиденных сегодня по-следствий. Учитывая эти обстоятельства, закон предусматривает разрешительный порядок искусственных из-менений состояния атмосферы и атмосферных явлений.

Следует подчеркнуть новизну правила, содержащегося в статье 14 закона: запретить внедрение в практику открытий, изобретений, рационализаторских предложений и новых технических систем, а также приобретение за рубежом, ввод в эксплуатацию и использование технологических процессов, оборудования и других объектов, если они не удовлетворяют установленным в СССР требованиям по охране воздуха. Необходимо считаться с требованиями закона об охране атмосферного воздуха при применении средств защиты растений, минеральных удобрений и других препаратов. Нетрудно заметить, что все эти законодательные меры составляют систему профилактического характера, направленную прежде всего на предупреждение загрязнения воздушного бассейна. Закон предусматривает не только контроль за его требованиями, но и меры ответственности за их нарушение. Специальная статья закона определяет роль общественных организаций и граждан в осуществлении мероприятий по охране воздушной среды, обязывая их активно содействовать государственным органам в этих вопросах. Иначе и быть не может, ибо только широкое участие общественности позволит реализовать положение закона. Не случайно статья 7 обязывает государственные органы всемерно учитывать предложения общественных организаций и граждан, направленные на охрану атмосферы.

Трудно переоценить воспитательное значение нового закона. Как и другие действующие у нас законы, он вырабатывает в каждом гражданине уважительное, бережное отношение к окружающей среде, учит всех нас соответствующему поведению. Очистка выбросов в атмосферу. Техника газоочистки располагает разнообразными методами и аппаратами удаления пыли и вредных газов. Выбор метода для очистки газообразных примесей определяется в первую очередь химическими и физикохимическими свойствами этой примеси. Большое влияние на выбор метода оказывает характер производства: свойства имеющихся в производстве веществ, их пригодность в качестве поглотителей для газа, возможность рекуперации (улавливание и использование продуктов отходов) или утилиза-ции уловленных продуктов. Для очистки газов от сернистого ангидрида, сероводорода и метилмеркаптана используется нейтрализация их раствором щелочи. В результате получают соль и воду.

Для очистки газов от незначительных концентраций примесей (не более 1 % по объему) применяют прямоточные компактные абсорбционные аппараты. Наряду с жидкими поглотителями—абсорбентами—для очистки, а также для сушки (обезвоживания) га-зов могут быть применены твердые поглотители. К ним относятся различные марки активных углей, силикагель, алюмогель, цеолиты. В последнее время для удаления из газового потока газов с полярными молекулами стали применять иониты. Процессы очистки газов адсорбентами осуществляют в адсорберах периодического или непрерывного действия.

Для очистки газового потока могут быть использованы сухие и мокрые окислительные процессы, а также процессы каталитического превращения, частности, для обезвреживания серосодержащих газов сульфатноцеллюлозного производства (газов варочного и выпарного цехов и др.) используют каталитическое окисление. Этот процесс осуществляется при температуре 500—600 °С на катализаторе, в состав которого входят оксиды алюминия, меди, ванадия и других металлов. Сероорганические вещества и сероводород окисляются до менее вредного соединения—сернистого ангидрида (ПДК для сернистого ангидрида 0,5 мг/м3, а для сероводорода 0,078 мг/м3). На киевском комбинате «Химволокно» действует уникальная комплексная система очистки вентиляцион-ных выбросов вискозного производства. Это сложный комплекс механизмов, компрессорных агрегатов, трубопроводов, огромных абсорбционных емкостей. Каждые сутки через машинные «легкие» проходит 6 млн. м3 отработанного воздуха, причем производится не только очистка, но и регенерация. До сих пор на вискозном производстве комбината значительная часть сероуглерода уходила в атмосферу. Система очистки позволяет не только уберечь от загрязнения окружающую среду, но и сэкономить ценный материал.

Для удаления пыли из выбросов тепловых электростанций широко применяют электрофильтры..' Это со-оружения высотой с 10—15-этажный дом. Они улавливают летучую золу, образующуюся при сжигании твер-дого топлива. Специалисты работают над усовершенствованием конструкций этих аппаратов, повышением их эффективности и надежности. Последний образец рассчитан на производительность более миллиона кубомет-ров газа в час, который используется в качестве сырья для производства строительных материалов. Безотходное производство. Малоотходные и безотходные технологические процессы позволяют сократить или полностью исключить загрязнение окружающей среды, полнее использовать запасы минеральных ресурсов, обеспечить комплексную переработку первичного сырья и отвалов промышленных предприятий, получать дополнительно продукцию и тем самым повысить эффективность народного хозяйства. На охрану атмосферного воздуха тратятся колоссальные средства. Стоимость очистных сооружений многих предприятий достигает трети основных производственных фондов, а в ряде случаев—40—50%. В буду-щем эти затраты еще более возрастут. Какой же выход? Он есть. Надо искать такие пути развития промышленности и достижения чистоты атмо-сферы, которые не исключали бы друг друга и не вызывали роста расходов на очистные сооружения. Один из таких путей—переход к принципиально новой безотходной технологии производства, к ком-плексному использованию сырья. Технология безотходного производства — новая ступень развития научно-технической революции. Современные наука и техника дают возможности для преодоления тех противоречий, которые возникают между устаревшими методами производства и стремлением освободить от вредного влияния природную среду.

Заводы и фабрики, основанные на технологии без отходов,— в общем индустрия будущего. Но уже и сейчас такие предприятия существуют, например, в легкой и пищевой промышленности. Есть целый ряд предприятий и малоотходного производства. Оренбургское газовое месторождение стало давать попутную продукцию—сотни тысяч тонн серы. На Кировоканском химическом заводе имени Мясника прекращен выброс в атмосферу ртутных газов. Они вторично введены в технологический цикл как дешевое сырье для производства аммиака и карбамида. Вместе с ними в воздушный бассейн уже не попадает вреднейшее вещество—двуокись углерода, составляющая 60% всех выбросов завода.

Предприятия комплексного использования сырья дают обществу огромную выгоду: резко повышается эф-фективность капитальных вложений и столь же резко снижаются затраты на строительство дорогостоящих очистных сооружений. Ведь полная переработка сырья на одном предприятии всегда дешевле, чем получение тех же продуктов на разных. А безотходная технология устраняет опасность загрязнения окружающей среды. Использование природных ресурсов становится рациональным, разумным. История древнего мира рассказывает нам об огнепоклонниках, которые молились пламени. «Огнепоклонниками» можно назвать и металлургов. Пирометаллургия (от древнегреческого «пир»—огонь), в основе кото-рой лежит воздействие высоких температур на руды и концентраты, приводит к загрязнению атмосферы и час-то не позволяет комплексно использовать сырье. В нашей стране немало делается для уменьшения опасности загрязнения среды отходами традиционных металлургических производств, и здесь будущее за принципиально новыми решениями.

На железных .рудах Курской магнитной аномалии строится Оскольсний электрометаллургический комби-нат—первое отечественное предприятие бескоксовой металлургии. При таком способе производства резко снижаются вредные выбросы в атмосферу, открываются новые перспективы получения высококачественных сталей. На Оскольском электрометаллургическом комбинате будет использована новая для отечественной черной металлургии технологическая схема: металлизация—электроплавка. Полученные из богатых железорудных концентратов обожженные окатыши металлизируются в двенадцати шахтных печах (рис. 18), в которых оксиды железа восстанавливаются нагретым до 850 °С газом — смесью СО и Н2. Поскольку для выплавки высококачественной стали можно обойтись без чугуна, то, значит, становится не-нужным доменный процесс с его дорогим и громоздким оборудованием, которое загрязняет атмосферный воз-дух. У новой технологии еще одно важное достоинство: прямое восстановление железа в потоке позволяет обойтись без кокса. А это означает, что развитию металлургии, не будет помехи из-за сокращения запасов коксующихся углей. Проблема отходов не только в том, что при этом загрязняется биосфера, но и в том, что некомплексно используется сырье. Только на уральских предприятиях цветной металлургии при выплавке меди из медноцинковых концен-тратов с отвальным шлаком и пылью ежегодно теряется 70 тыс. т цинка. Кроме цинка, руда содержит серу, же-лезо. Кстати, 50—60% стоимости многих медных руд приходится на серу и еще 10—12% на железо.

На Иртышском полиметаллическом комбинате имени 50-летия Казахской ССР действует агрегат КИВЦЭТ. За этим названием принципиально новый процесс получения цветных металлов— кислородно-взвешенная циклонно-электротермическая плавка. Цель процесса—объединить в одном агрегате все операции от подготовки руды, выходом готового металла, использовав в качестве топлива серу, ранее выбрасываемую в атмосферу. Самое трудное—это отойти от традиции, преодолеть инерцию мышления. Восемь тысяч лет существует цветная металлургия. Из глубины веков пришли к нам апробированные, ставшие уже каноническими техноло-гические процессы. Немыслимо было представить завод без мрачных «зонтиков» ядовитого дыма. Главные «участники» нового процесса — кислород и электричество. Соответственно и сам агрегат состоит из двух зон. В первой идет подготовка руды и плавка. Топливом здесь вместо кокса служит сера, содержащаяся в самой руде. Она полностью сгорает в кислороде, выделяя большое количество тепла. А затем расплав поступает во вторую зону и течет между электродами, распадаясь на составные части. Некоторые металлы, цинк на-пример, испаряются и конденсируются потом в чистом виде, другие выпускаются сразу в ковш. КИВЦЭТ по-зволяет извлекать из руды буквально все, что в ней есть. Так, из сырья на заводе получают не только такие тра-диционные металлы, как медь, свинец, цинк, но и кадмий и редкие металлы.

Пока что с помощью КИВЦЭТ получают такую же медь, как и в шахтных печах. Металл нуждается в до-полнительной обработке. В будущем намечается «обучить» агрегат выплавлять чистую медь. КИВЦЭТ запатентован в США, ФРГ, Франции и др.— в 18 странах. Металлургов привлекает в нем не толь-ко простота в обращении и обслуживании, не только возможность автоматизировать сложный и трудоемкий процесс выплавки металла, не только отсутствие вредных выбросов, но и в первую очередь его неприхотли-вость: ведь он способен перерабатывать сырье, которое раньше считалось бросовым — с содержанием металла в 6—7 раз ниже нормы. Никакая другая технология такое сырье не возьмет. Более того, и отходов металла в шлаке у него гораздо меньше, чем при обычном процессе. В ноябре 1979 г. в Женеве состоялось общеевропейское совещание на высоком уровне по сотрудничеству в области охраны окружающей среды. На нем представлены практически все европейские государства, а также США и Канады. Совещание приняло Декларацию о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов.

В Декларации подчеркнута необходимость защитить человека и окружающую его среду и рационально ис-пользовать ресурсы путем поощрения развития малоотходной и безотходной технологии и использования отходов. Сокращение отходов и выброса загрязняющих веществ и в различных циклах производства намечается путем использования усовершенствованных промышленных процессов при создании новых или реконструкции существующих производственных объектов, создания продукции с особым учетом требований увеличения ее долговечности, облегчения ремонта и повторного использования, когда это возможно. Большое значение име-ют регенерация и использование отходов, превращение их в полезный продукт, в частности, путем извлечения ценных веществ и материалов из отходных газов, лучшего использования энергии, содержащейся в отходах н остаточных продуктах. Важно повторное использование большего количества отходов в качестве вторичных сырьевых материалов в других производственных процессах. Рекомендуется рациональное использование сырьевых материалов в производственных процессах и в течение всего жизненного цикла продуктов, замены истощающихся видов сырья другими доступными видами. Необходимо рациональное использование энергетических ресурсов в процессе производства и потребления энергии и в случае практической осуществимости—использования сбросного тепла. Большое внимание уделяется оценке промышленного применения в производственных масштабах малоотходной и безотходной технологии в целях оптимального использования сырья и энергии, включая возможности регенерации, рециркуляции и экономическую эффективность, с учетом экологических и социальных последствий.

Для создания безотходного промышленного производства а масштабах всей страны необходимо разработать научнотехнические основы планирования и проектирования региональных территориально-промышленных комплексов, в которых отходы одних предприятий могли бы служить сырьем для других. Внедрение таких комплексов неизбежно потребует перестройки связей между предприятиями и отраслями народного хозяйства, больших затрат. Однако все это со временем окупится сторицей, поскольку промышленность получит огромный приток ранее не используемых сырья и материалов, не говоря уже о том, насколько чище и безвреднее станет окружающая нас среда. Санитарнозащитные зоны. Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками выделения в атмосферный воздух вредных и неприятно пахнущих веществ, отделяют от жилой застройки санитарнозащитными зонами. Размер санитарно-защитной зоны до границы жилой застройки устанавливается: а) для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными и непри-ятно пахнущими веществами,— непосредственно от источников загрязнения атмосферы сосредоточенными (через трубы, шахты) или рассредоточенными выбросами (через фонари зданий и др.), а также от мест загрузки сырья или открытых складов; б) для тепловых электрических станций, производственных и отопительных котельных—от дымовых труб. В соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие размеры санитарно-защитных зон для предприятий:

Перевод отопительных систем на газ. Большое значение для оздоровления воздушного бассейна имеет перевод городских отопительных систем на газовое топливо. В 1980 г. 185 млн. советских людей использовали в быту газ. С его помощью производят 87% стали, свыше 60% цемента. Каждая третья ГРЭС или ТЭЦ работает на газе. Он же дает до 90% удобрений, вырабатываемых в стране.

Советский Союз в короткие сроки превратился в одну из крупных газодобывающих стран мира. Если в 1955 г. в СССР добывалось всего лишь 9 млрд. м3 газа. В 1980 г. уже было добыто свыше 435 млрд. м3 газа. На 1985 г. поставлена задача довести уровень его добычи до 600—640 млрд. м3. Общеизвестна роль газовой промышленности в оздоровлении атмосферы городов при замене угля и нефте-продуктов на природный газ. Установлено, что если уровень загрязненности атмосферного воздуха при исполь-зовании угля принять за единицу, то сжигание мазута даст 0,6, а использование природного газа снижает эту величину до 0,2. Создание в СССР Единой системы газоснабжения страны позволило решить проблему защиты атмосферы городов. В настоящее время в СССР природный газ получают свыше 140 тыс. городов и населенных пунктов. И недаром, по признанию специалистов многих зарубежных стран, воздушный бассейн городов пашей страны является самым чистым.

Погасить факелы в нефтедобывающих районах нашей страны — одна из серьезных природоохранных задач. В факеле сгорает ценнейшее сырье для химической промышленности — попутный нефтяной газ—и, конечно, загрязняется атмосфера. Из попутного нефтяного газа можно получать бензин, полиэтилен, синтетический каучук, смолы, топливо. В Нижневартовске, близ знаменитого Самотлора, построен нефтегазоперерабатывающий завод. Предприятие выдает свою продукцию—сухой газ и так называемую широкую фракцию или нестабильный бензин. Из Нижневартовска в Сургут и Кузбасс по транссибирскому газопроводу ежедневно отправляются миллионы кубометров голубого топлива. Бензин же по железной дороге поступает на нефтехимические предприятия страны. Столица Самотлора—Нижневартовск—стала крупным центром переработки попутного газа. На одной площадке здесь уже действуют четыре технологические очереди, каждая из которых представляет собой по сути дела самостоятельный завод. Они в состоянии переработать 8 млрд. м3 ценного сырья. Столь внушительного комплекса еще не имела отечественная нефтяная промышленность. На Самотлорском месторождении уровень использования попутного газа составляет 70%. Объемы переработки растут. Самый крупный завод—Белозерный, мощность которого равна 4 млрд.м3 газа в год. Сургутская ГРЭС в качестве топлива использует попутный нефтяной газ. Эффективное сжигание топлива. С помощью рационального сжигания топлива можно добиться уменьшения выбросов в атмосферу. Так, ученые Московского энергетического института разработали специальное устройство в топках парогенераторов для эффективного сжигания различных видов топлива.

Новая схема создает в топке такую аэродинамическую обстановку, что топочные газы поступают в самую активную зону пламени. В зависимости от компоновки горелок можно создать два режима—полного или час-тичного пересечения топливовоздушных струй. В первом случае при сжигании жидкого или газообразного топлива в активную зону попадает 70—80% инертных примесей. В результате на 30—40% снижается образование серного ангидрида и на 50—60%—оксидов азота. Второй режим предназначен для оптимальной концен-трации низкореакционных топлив в ядре горения. При этом выброс вредных оксидов снижается на 20-30%. Экономия от внедрения новых схем сжигания составляет в год примерно 2 тыс. т условного топлива на один агрегат. Установлено, что в топочном мазуте содержится гораздо меньше азота, чем в твердом топливе, а в природном газе его, как правило, вообще нет. Поэтому при сжигании этих видов топлива сталкиваются с .таким своеобразным явлением: основное количество оксидов образуется из азота, который содержится в воз-духе, используемом для поддержания горения. Как сократить величину этих выбросов? Образование оксидов азота можно ограничить, если в топку котла подавать лишь минимально необходимое для горения количество воздуха и одновременно возвращать часть дымовых газов, покидающих котел. Это уменьшит концентрацию кислорода в топке и температуру факела, что в конечном счете замедлит реакцию окисления азота.

Реализуя эту обнадеживающую техническую идею, котлостроители спроектировали и организовали производство газомазутных котлов с разноплотными панелями, изготовленными из плавниковых труб. В них смонтированы специально разработанные унифицированные горелки и паромеханические форсунки, которые обеспечивают практически полное выгорание топлива во всем диапазоне рабочих нагрузок. Поставка предприятиями этого оборудования на ТЭС сократила выбросы в атмосферу, как оксидов азота, так и частиц сажи. Одновременно повысились экономичность и надежность оборудования. Выброс через высокие трубы. На тепловых электростанциях и металлургических заводах сооружают дымовые трубы. У дымовой трубы два назначения: первое — создавать тягу и тем самым заставлять воздух—обязательный участник процесса горения— в нужном количестве и с должной скоростью входить в топку; второе — отводить продукты горения — вредные газы и имеющиеся в дыме твердые частицы—в верхние слои атмосферы. Благодаря непрерывному турбулентному движению вредные газы и твердые частицы уносятся далеко от источника их возникновения и рассеиваются.

С введением требований о нормировании содержания вредных веществ в атмосферном воздухе возникла необходимость определять расчетным путем степень разбавления вредных веществ, поступающих в атмосферу из организованных источников выброса. Эти данные используются для сопоставления расчетных концентраций вредных веществ в приземном слое с предельно допустимыми концентрациями этих веществ. Для рассеивания сернистого ангидрида, содержащегося в дымовых газах тепловых электростанций, в настоящее время сооружаются дымовые трубы высотой 180, 250 и даже 320 м. Дымовая труба стометровой высоты позволяет рассеивать мельчайшие вредные вещества в окружности ра-диусом 20 км до концентрации, безвредной для человека. Труба высотой 250 м увеличивает радиус рассеивания до 75 км. В ближайшем окружении дымовой трубы создается так называемая теневая зона, в которую совсем не попадают вредные вещества.

**Контроль за уровнем загрязнения атмосферы**

Большое значение имеет лабораторный контроль за состоянием атмосферного воздуха населенных мест. Санитарно-эпидемиологические станции Министерства здравоохранения СССР на стационарных точках опре-деляют диффузное загрязнение атмосферного воздуха, ведут наблюдение на территории промышленных предприятий и вокруг них, изучают зональное распространение выбросов, осваивают и внедряют в практику новые методы определения различных, ингредиентов. Сотрудники станций обобщают результаты лабораторного исследования атмосферы для использования их в практической работе, издают совместно с местными органами Госкомгидромета ежемесячные бюллетени о состоянии воздушной среды городов. Государственному комитету СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромет) и его органам на местах предоставлено право проверять соблюдение норм и правил по охране атмосферного воздуха предприятиями, учреждениями, организациями, стройками и другими объектами независимо от их ведомственной подчиненности, а также при нарушении вносить предложения остановить действующие производственные объекты. В наиболее крупных городах наблюдения за загрязнением воздуха ведутся одновременно в нескольких пунктах. Сеть контроля загрязнения воздуха имеет более тысячи стационарных и 500 мар-шрутных постов систематических наблюдений, а также подфакельные наблюдения, пункты которых выбираются в зависимости от направления ветра и других факторов. Она решает и оперативные и прогностические задачи оценки загрязнения воздушного бассейна вредными веществами. Программы включают ежесуточный трехразовый отбор проб на основные загрязняющие вещества: пыль, двуокись серы, двуокись азота, окись углерода, а также специфические—характерные для промышленных предприятий данного города.

Дальнейшее развитие получило и прогнозирование высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха. Прогнозы составляются по 122 городам. В соответствии с ними более чем на тысяче крупных предприятий принимаются оперативные меры по уменьшению вредных выбросов. Новая обязанность Госкомгидромета— выявлять такие источники и вести надзор за соблюдением норм допустимых выбросов.

Должностным лицам комитета разрешено посещать и контролировать промышленные предприятия, а также налагать соответствующие санкции. Мукачевский завод комплектных лабораторий выпускает контрольно - измерительный комплекс для иссле-дования загрязнения атмосферы «Пост-1». Это—стационарная лаборатория. Ее услугами пользуются гидроме-теослужба, санитарно-эпидемиологические станции, промышленные предприятия. Она эффективно работает во многих городах страны. Комплекс оснащен автоматическими анализаторами для непрерывной регистрации загрязнения воздуха, имеет оборудование для отбора проб воздуха, которые анализируются в лаборатории. Кроме того, он выполняет и чисто метеорологические функции: измеряет скорость и направление ветра, температуру и влажность воздуха, атмосферное давление. В 1982 г. завод освоил производство станции «Воздух-1». Назначение станции то же, но проб она отбирает почти в 8 раз больше. Стало быть, повышается и объективность общей оценки состояния воздушного бассейна в радиусе действия станции. Автоматическая станция атмосферы берет на себя функции наблюдательного пункта автоматизированной системы наблюдений и контроля за состоянием атмосферы (АНКОС-А). Именно за такими системами будущее.

В Москве действует первая очередь экспериментальной системы АНКОС-А. Кроме метеорологических параметров (направление и скорость ветра) они измеряют содержание в воздухе окиси углерода и двуокиси серы. Создана новая модификация станции «АНКОС-А», которая определяет (кроме вышеупомянутых параметров) и содержание суммы углеводородов, озона и окислов азота. Информация от автоматических датчиков тут же поступит в диспетчерский центр, и ЭВМ в считанные секунды обработает сообщения с мест. Они будут использоваться для составления своеобразной карты состояния городского воздушного бассейна. И еще одно преимущество автоматизированной системы: она не просто будет осуществлять контроль, но и даст возможность научно прогнозировать состояние атмосферы в определенных районах города. А значение своевременного и точного прогноза велико. До сих пор фиксировали загрязнения, помогая тем самым устранять их. Прогноз позволит улучшить профилактическую работу, избежать .загрязнений атмосферы. Следить за чистотой воздуха—дело очень трудное. И прежде всего потому, что необходимы дистанционные методы ис-следования.

Первые попытки использовать световой луч для изучения атмосферы относятся к началу XX столетия, ко-гда с этой целью был применен мощный прожектор. С помощью прожекторного зондирования в дальнейшем были получены интересные сведения о строении земной атмосферы. Однако только появление принципиально новых источников света—лазеров—позволило использовать известные явления взаимодействия оптических волн с воздушной средой для исследования ее свойств. Что это за явления? Прежде всего к ним относится аэрозольное рассеяние. Распространяясь в земной атмосфере, лазерный луч интенсивно рассеивается аэрозолями—твердыми частицами, каплями и кристаллами облаков или туманов. Одновременно лазерный луч рассеивается и за счет колебаний плотности воздуха. Такой вид рассеяния называют молекулярным или релеевским— в честь английского физика Джона Релея, установившего законы рассеяния света. В спектре рассеяния света, кроме линий, характеризующих падающий свет, наблюдаются дополнительные, сопровождающие каждую из линий падающего излучения. Различие в частотах первичной и дополнительных линий характерно для каждого рассеивающего свет газа. Например, послав в атмосферу зеленый луч лазера, сведения об азоте можно получить, определив свойства возникающего красного излучения. Остановимся на принципиальном устройстве лазерного локатора—лидара—прибора, использующего лазер для зондирования атмосферы. Лидар по своему устройству напоминает радиолокатор, радар. Антенна радара принимает радиоизлучение, отраженное, например, от летящего самолета. А антенна лидара может принять световое лазерное излучение, отраженное не только от самолета, но и от инверсионного следа, возникающего за самолетом. Только антенна лидара представляет собой светоприемник—зеркало, телескоп либо объектив фотоаппарата, в фокусе которых расположен фотоприемник светового излучения.

Импульс лазера излучен в атмосферу. Длительность лазерного импульса ничтожна (в лидарах часто применяют лазеры с длительностью импульса, равной 30 миллиардным долям секунды). Это означает; что пространственная протяженность такого импульса составляет 4,5 м. Лазерный луч, в отличие от лучей других световых источников, по мере распространения в атмосфере расширяется незначительно. Поэтому светящийся зонд—импульс лазера в каждый момент времени—информирует о всем, что встретилось на его пути. Информация поступает практически мгновенно на антенну лидара—скорость лазерного зонда равна скорости света. Например, с момента лазерной вспышки до регистрации сигнала, вернувшегося с высоты 100 км, пройдет меньше тысяч-ной доли секунды. Представим, что на пути лазерного луча находится облако. За счет повышенной концентрации частиц в об-лаке число световых фотонов, рассеянных назад к лидару, увеличится. При работе с электроннолучевым устройством оператор будет наблюдать характерный импульс, аналогичный импульсу от цели при радиолокационном обзоре. Однако облако представляет собой диффузную цель с распределенными в пространстве каплями воды или кристаллами льда. Расстояние до первого сигнала определяет величины нижней границы облачности, последующие сигналы свидетельствуют о толщине облака и его структуре. Основываясь на известных закономерностях, по сигналу рассеяния лазерного излучения можно определить распространение водно-сти, получить сведения о кристаллах в облаке. В дальнейшем лидарная техника интенсивно развивалась. Современные лидары позволяют обнаруживать скопление частиц на высоте 100 км и более, следить за временной изменчивостью аэрозольных слоев.

Одним из самых перспективных применений лидаров является определение загрязнения воздушного бассейна городов. Лидары позволяют определять газовый состав непосредственно в шлейфах выбросов, на автострадах, по мере удаления источников выбросов. Чувствительность измерений, проводимых с помощью разработанных методов, высока. На приземных трассах протяженностью в сотни метров—километры удалось измерить концентрации двуокиси азота, сернистого ангидрида, озона, этилена, окиси углерода, аммиака. Если выбрать несколько опорных точек для установки лидара, то можно исследовать площадь в десятки квадратных километров. Получив таким образом картосхемы загрязнений, градостроители анализируют их и результаты используют в проектных работах. Каковы возможности лазерной локации? Просмотр картосхем дает объективную картину качества городского воздуха. Выявляются зоны повышенных концентраций, тенденции их распространения в зависимости от конкретных метеорологических факторов. Сопоставляя картосхемы загрязнений воздушного бассейна со схемами размещения промышленных предприятий, легко определить вклад каждого из них. На основе этих данных разрабатываются конкретные мероприятия, направленные на оздоровление воздушного бассейна. В пер-спективе возможно создание автоматизированной системы контроля качества атмосферы города.